



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>H01M 4/88</b>		<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/37003</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. November 1996 (21.11.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE96/00791</b>		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 7. Mai 1996 (07.05.96)			
(30) Prioritätsdaten: 195 18 535.8      19. Mai 1995 (19.05.95)      DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SUCHY, Peter [DE/DE]; Anderlohrstrasse 48, D-91054 Erlangen (DE). KIRCHER, Roland [DE/DE]; Ringstrasse 2, D-91086 Aurachtal (DE). NÖLSCHER, Christoph [DE/DE]; Wielandstrasse 6, D-90419 Nürnberg (DE).			

(54) Title: PHOTOELECTRIC CATALYST APPLICATION

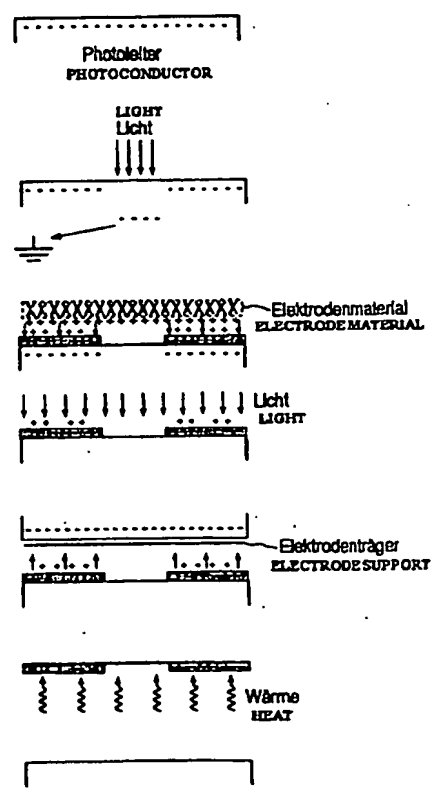
(54) Bezeichnung: PHOTOELEKTRISCHE KATALYSATORAUFTRAGUNG

(57) Abstract

To apply a catalyst material to an electrode support, a photoconductive layer on an earthed electrically conductive substrate is negatively or positively charged; a correspondingly positively or negatively charged mixture of the catalyst material and a polymer material is applied electrostatically to the photoconductive layer; the photoconductive layer is exposed and discharged; the mixture of catalyst material and polymer material is electrostatically transferred to the correspondingly negatively or positively charged electrode support, and the mixture of catalyst material and polymer material is fixed on the electrode support by heat treatment.

(57) Zusammenfassung

Zum Aufbringen von Katalysatormaterial auf einen Elektrodenträger wird in folgender Weise vorgegangen: eine auf einem elektrisch leitfähigen, geerdeten Substrat befindliche photoleitende Schicht wird negativ oder positiv aufgeladen; ein entsprechend positiv oder negativ aufgeladenes Gemisch aus dem Katalysatormaterial und einem Polymermaterial wird elektrostatisch auf die photoleitende Schicht aufgebracht; die photoleitende Schicht wird belichtet und entladen; das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial wird elektrostatisch auf den entsprechend negativ oder positiv aufgeladenen bzw. polarisierten Elektrodenträger übertragen; das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial wird durch eine Temperaturbehandlung auf dem Elektrodenträger fixiert.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Letland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauritanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

## Beschreibung

## Photoelektrische Katalysatorauftragung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen von Katalysatormaterial auf einen Elektrodenträger.

Für die stationäre und mobile Energieerzeugung können Brennstoffzellen eine wichtige Rolle spielen. Allerdings ist die  
10 Herstellung von Brennstoffzellen mit einem festen Elektrolyt, wie Polymerelektrolyt und Festoxid, oder auch mit einem flüssigen Elektrolyt, wie Kalilauge, Phosphorsäure und Schmelzcarbonat, bislang für eine breite Anwendung zu teuer (siehe dazu: "Journal of Power Sources", Vol. 37 (1992), Seiten 15  
15 bis 31). Dies gilt für verschiedene Einzelprozesse, unter anderem für die Herstellung von Elektroden, d.h. für die Katalysatorauftragung.

Zum Aufbringen von Katalysatormaterial auf einen Elektroden-  
20 träger werden bislang insbesondere folgende Methoden angewandt: Folienziehen (tape casting), Siebdruck (screen printing), Sputtern, elektrochemische Abscheidung, Aufbürsten, Aufrollen und Aufpinseln sowie noch aufwendigere Verfahren (siehe dazu: EP 0 569 062 A2; Proceedings IFCC - The International Fuel Cell Conference, 1992, Seiten 353 bis 356 und  
25 357 bis 360; Proceedings 28th IECEC - Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, 1993, Seiten 1.1195 bis 1.1201); zum Teil werden auch Mehrschichtaufbauten realisiert ("Journal of Applied Electrochemistry", Vol. 22 (1992), Seiten 1 bis 7). Diese Prozesse sind aber noch nicht zur Fertigungsreife gebracht worden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, das  
eine preiswerte und massenfertigungstaugliche Katalysator-  
35 auftragung erlaubt und deshalb insbesondere bei Brennstoffzellen, aber auch bei Elektrolyseuren, Polymerbatterien und Superkondensatoren zur Anwendung gelangen kann.

- Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht (Variante A),
- daß eine photoleitende Schicht, die sich auf einem elektrisch leitfähigen, geerdeten Substrat befindet, negativ oder positiv aufgeladen wird;
  - daß ein entsprechend positiv oder negativ aufgeladenes Gemisch aus dem Katalysatormaterial und einem Polymermaterial elektrostatisch auf die photoleitende Schicht aufgebracht wird;
  - daß die photoleitende Schicht belichtet und dadurch entladen wird;
  - daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial elektrostatisch auf den entsprechend negativ oder positiv aufgeladenen bzw. polarisierten Elektroden­träger übertragen wird;
  - und daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial durch eine Temperaturbehandlung auf dem Elektroden­träger fixiert wird.
- Alternativ hierzu kann auch in der Weise vorgegangen werden (Variante B),
- daß eine photoleitende Schicht, die sich auf einem elektrisch leitfähigen, geerdeten Substrat befindet, positiv oder negativ aufgeladen wird;
  - daß die photoleitende Schicht ganz oder teilweise belichtet wird;
  - daß ein entsprechend positiv oder negativ aufgeladenes Gemisch aus dem Katalysatormaterial und einem Polymermaterial elektrostatisch auf die belichteten Stellen der photoleitenden Schicht aufgebracht wird;
  - daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial elektrostatisch auf den entsprechend negativ oder positiv aufgeladenen bzw. polarisierten Elektroden­träger übertragen wird;
  - und daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial durch eine Temperaturbehandlung auf dem Elektroden­träger fixiert wird.

- Das Verfahren nach der Erfindung erlaubt auch ein Aufbringen des Katalysatormaterials in Form eines Musters (strukturierte Beschichtung), wobei beispielsweise der Randbereich des Elektrodenträgers nicht beschichtet wird. Bei der Variante A wird hierbei die photoleitende Schicht zunächst an den Stellen, die nicht mit Katalysatormaterial beschichtet werden sollen, belichtet, und dann wird das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial auf die belichteten Stellen aufgebracht.
- Bei der Variante B erfolgt bei einer unstrukturierten Beschichtung eine ganzflächige Belichtung der photoleitenden Schicht, bei einer strukturierten Beschichtung eine partielle Belichtung, d.h. hierbei werden lediglich diejenigen Stellen belichtet, die beschichtet werden sollen.
- Beim Verfahren nach der Erfindung erfolgt die Belichtung der photoleitenden Schicht, die im allgemeinen gleichmäßig aufgeladen wird, vorzugsweise mit einem Laserstrahl (sehr homogene Belichtung), sie kann aber auch mit Licht durchgeführt werden. Als Elektrodenträger wird bei diesem Verfahren vorteilhaft eine Elektrolytmembran (bei Brennstoffzellen mit festem Elektrolyt) oder ein Stromkollektor (bei Brennstoffzellen mit festem oder flüssigem Elektrolyt) verwendet. Bei Brennstoffzellen mit flüssigem Elektrolyt kann der Elektrodenträger ferner eine Elektrolytmatrix sein. Das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial wird vorteilhaft durch elektromagnetische Strahlung oder durch Heißpressen auf dem Elektrodenträger fixiert.
- Das Katalysatormaterial ist vorzugsweise Platin oder Iridium oder eine Platin- bzw. Iridiumverbindung oder -legierung. Es können aber auch andere Metalle eingesetzt werden, wie Palladium, Ruthenium, Gold, Nickel und Wolfram, und ferner Metallverbindungen und -legierungen, wie NiO und  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ . Das Katalysatormaterial kann entweder direkt als Pulver oder auf einem Trägermaterial, wie Ruß- oder Kohlepulver, zur Anwendung gelangen. Dem Katalysatormaterial bzw. dem Elektroden-

material können auch Zusatzstoffe zugemischt werden, die in Elektroden eingesetzt werden, wie NiO und ZrO<sub>2</sub>.

Das Polymermaterial kann ein Polymerelektrolyt, wie Poly-  
5 (perfluoralkylen)-sulfonsäure und Polyetheretherketonketon  
(PEEKK), oder ein hydrophobes bzw. hydrophiles Material auf  
der Kathoden- bzw. Anodenseite sein, beispielsweise Poly-  
tetrafluorethylen für Niedertemperaturbrennstoffzellen  
10 (Polymerelektrolyt- sowie alkalische und Phosphorsäurebrenn-  
stoffzellen), Polymerbatterien und Superkondensatoren. Für  
Hochtemperaturbrennstoffzellen können die dort üblicherweise  
eingesetzten Bindermaterialien verwendet werden. Vorzugsweise  
dient beim Verfahren nach der Erfindung als Polymermaterial  
ein ionisches Polymer (Ionomer), d.h. ein Polymer, das ioni-  
15 sche Gruppen als Bestandteil der Hauptkette oder seitenstän-  
dig dazu enthält.

Bei einer strukturierten Beschichtung wird bei Variante A im  
einzelnen beispielsweise folgendermaßen vorgegangen (siehe  
20 dazu Figur 1):

1. Eine photoleitende Schicht wird gleichmäßig negativ auf-  
geladen. Die photoleitende Schicht, die aus anorganischen  
Stoffen, wie Selen- und Arsenverbindungen, oder aus un-  
giftigen organischen Substanzen besteht, befindet sich auf  
25 einem elektrisch leitfähigen, insbesondere auf einem  
metallischen Substrat, das im allgemeinen eine Metall-  
trommel ist, beispielsweise aus Aluminium. Die Aufladung  
erfolgt insbesondere durch Koronaentladung bzw. Sprüh-  
oder Spritzentladung. Hierzu wird an einen parallel zur  
30 Metalltrommel verlaufenden Wolframdraht eine negative  
Hochspannung angelegt, beispielsweise ca. -7000 V. Die den  
Wolframdraht umgebende Luft wird dadurch ionisiert und die  
photoleitende Schicht wird negativ aufgeladen. Durch ein  
Gitter, das zwischen dem Wolframdraht und der Metall-  
35 trommel angeordnet ist, oder durch eine Bürste wird eine  
gleichmäßige Verteilung der Ladung erreicht.

2. Die photoleitende Schicht wird gezielt belichtet, und zwar an den Stellen, die hier - und später auf dem Elektroden-träger - nicht mit Katalysatormaterial beschichtet werden sollen. Die Belichtung erfolgt insbesondere mit einem Laserstrahl. Da der Photoleiter an den belichteten Stellen leitend wird, fließt die zuvor aufgebrachte Ladung über die geerdete Metalltrommel ab und es entsteht quasi ein unsichtbares Bild, das durch die Ladungsverteilung gekennzeichnet ist.
3. Zum "Entwickeln des unsichtbaren Bildes" wird ein Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial, d.h. das Elektrodenmaterial, auf die photoleitende Schicht aufgebracht. Dies geschieht in der Weise, daß das Elektrodenmaterial in entgegengesetzter Weise aufgeladen wird wie die Metalltrommel, im vorliegenden Fall also positiv, beispielsweise auf ca. +400 V. Das Elektrodenmaterial befindet sich beispielsweise in einer Bürste. Wird nun die Metalltrommel an dieser Bürste vorbeigeführt, so wird das Elektrodenmaterial - aufgrund des Potentialunterschiedes (ca. 7400 V) - elektrostatisch auf die geladenen, d.h. nicht-belichteten Bereiche übertragen. Die belichteten Bereiche bleiben ausgespart, da bei der gewählten geometrischen Anordnung der Potentialunterschied von ca. 400 V für eine Übertragung des Elektrodenmaterials zu gering ist.
4. Nach dem Aufbringen des Elektrodenmaterials auf die photoleitende Schicht wird diese ganzflächig belichtet. Dadurch wird der Photoleiter bzw. die Metalltrommel entladen.
5. Das Elektrodenmaterial wird elektrostatisch auf den Elektroden-träger übertragen. Dazu wird der Elektroden-träger über die Metalltrommel geführt bzw. die Metalltrommel über den Elektroden-träger abgerollt. Gleichzeitig wird der Elektroden-träger - in einer der Ladung des Elektrodenmaterials entsprechenden Weise - negativ aufgeladen bzw. polarisiert. Dazu wird auf der der Metalltrommel abgewandten Seite des Elektroden-trägers an einen sogenannten Übertragungslader, der beispielsweise ein Wolframdraht ist, eine negative Hochspannung angelegt, beispielsweise

ca. -5000 V. Auf diese Weise erfolgt eine mustererhaltende Übertragung des Elektrodenmaterials (auf den Elektroden-träger).

- 5 6. Die Fixierung des Elektrodenmaterials auf dem Elektroden-  
träger geschieht vorzugsweise durch elektromagnetische  
Strahlung, insbesondere durch Infrarot- oder Mikrowellen-  
strahlung, d.h. durch Wärmeeinstrahlung auf die Vorder-  
oder Rückseite, oder durch Heißpressen, beispielsweise  
10 zwischen zwei Walzen bei einer Temperatur von 120 bis  
280°C; dies kann auch in mehreren Schritten geschehen  
sowie durch Kombination von Wärmeeinstrahlung und Heiß-  
pressen. Dabei können chemische oder physikalische Modi-  
fikationen erfolgen, beispielsweise durch partielle Ver-  
schmelzung des Polymermaterials mit dem Elektroden-träger  
15 und/oder dem Katalysatormaterial, durch Diffusion des  
Polymermaterials oder des Materials des Elektroden-trägers,  
insbesondere oberhalb der Erweichungspunkte, und durch  
Polymerisationsprozesse bei ursprünglich nicht vollständig  
polymerisiertem Material. Zur Optimierung der morphologi-  
20 schen Struktur der Elektroden, beispielsweise der Porosi-  
tät, kann es manchmal von Vorteil sein, wenn im Polymer-  
material eine Komponente vorhanden ist, die sich bei der  
Temperaturbehandlung verflüchtigt. Eine derartige Kompo-  
nente kann vorteilhaft auch dazu dienen, leitfähige Be-  
25 standteile des Elektrodenmaterials weitgehend einzukap-  
seln, d.h. zu umhüllen, und auf diese Weise das Aufbringen  
auf den Elektroden-träger zu erleichtern.
- 30 7. Die Metalltrommel wird zum Schluß gereinigt, beispiels-  
weise mittels eines mechanischen Abstreifers. Das dabei  
von der Trommel entfernte restliche Elektrodenmaterial  
wird gesammelt und kann wiederverwendet werden. Nachfol-  
gend wird die Metalltrommel noch vollständig entladen,  
beispielsweise mittels einer Löschlampe. Hierbei fließt  
35 die restliche Ladung ab, so daß mit einem neuen Beschich-  
tungsvorgang begonnen werden kann.



Bei Variante B wird - bei einer strukturierten Beschichtung - in entsprechender Weise zum Beispiel folgendermaßen verfahren (siehe dazu Figur 2):

- 5 1. Die auf der Metalltrommel befindliche photoleitende Schicht wird gleichmäßig positiv aufgeladen (Hochspannung), beispielsweise auf ca. +7000 V.
- 10 2. Diejenigen Stellen der photoleitenden Schicht, welche beschichtet werden sollen, werden gezielt belichtet. Diese Stellen entsprechen den auf dem Elektrodenträger zu beschichtenden Stellen.
- 15 3. Das Elektrodenmaterial, d.h. das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial, wird in gleicher Weise aufgeladen wie die Metalltrommel, im vorliegenden Fall also positiv, aber auf einen niedrigeren Wert, beispielsweise auf ca. +400 V. Deshalb gelangt Elektrodenmaterial nur auf die belichteten, d.h. entladenen Bereiche der photoleitenden Schicht, in den anderen Bereichen ist ein abstoßendes elektrisches Feld vorhanden. Eine Entladung des Photoleiters bzw. der Metalltrommel ist deshalb nicht erforderlich.
- 20 4. Zur Übertragung des Elektrodenmaterials auf den Elektrodenträger wird dieser - in einer der Ladung des Elektrodenmaterials entsprechenden Weise - negativ aufgeladen bzw. polarisiert (Hochspannung), beispielsweise auf ca. 25 -5000 V. Auf diese Weise erfolgt eine mustererhaltende Übertragung.
5. Mittels Wärmeeinstrahlung oder auch Heißpressen wird das Elektrodenmaterial auf dem Elektrodenträger fixiert.
- 30 6. Abschließend wird die Metalltrommel noch gereinigt und vollständig entladen.

Das Verfahren nach der Erfindung eignet sich auch für eine Endlosrollenbeschichtung. Außerdem können mit diesem Verfahren hydrophobe und/oder hydrophile Strukturen erzeugt werden.

35 Ferner können Mehrschichtelektroden hergestellt werden, d.h. es werden mehrere Schichten übereinander aufgebracht, und es ist auch eine beidseitige Beschichtung des Elektrodenträgers

möglich, gegebenenfalls mit verschiedenen Materialien. Die Schichten können sich hinsichtlich Geometrie, Struktur und Zusammensetzung unterscheiden. So kann beispielsweise die erste Schicht relativ grobkörnig sein und aus Polytetrafluor-  
5 ethylen (PTFE), einem Ionomer und Kohlenstoff bestehen und wenig oder überhaupt kein Platin enthalten, die zweite Schicht kann dagegen viel Platin und kein PTFE enthalten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen von Katalysatormaterial auf einen Elektrodenträger, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Schritte:
- 5
- eine auf einem elektrisch leitfähigen, geerdeten Substrat befindliche photoleitende Schicht wird negativ oder positiv aufgeladen;
  - ein entsprechend positiv oder negativ aufgeladenes Ge-

10

  - misch aus dem Katalysatormaterial und einem Polymermaterial wird elektrostatisch auf die photoleitende Schicht aufgebracht;
  - die photoleitende Schicht wird belichtet und entladen;
  - das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial

15

  - wird elektrostatisch auf den entsprechend negativ oder positiv aufgeladenen bzw. polarisierten Elektrodenträger übertragen;
  - das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial

20

  - wird durch eine Temperaturbehandlung auf dem Elektrodenträger fixiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die photoleitende Schicht an Stellen, die nicht mit dem Katalysatormaterial beschichtet werden
- 25
- sollen, belichtet wird, und daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial auf die nicht-belichteten Stellen aufgebracht wird.
3. Verfahren zum Aufbringen von Katalysatormaterial auf einen
- 30
- Elektrodenträger, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Schritte:
- eine auf einem elektrisch leitfähigen, geerdeten Substrat befindliche photoleitende Schicht wird positiv oder negativ aufgeladen;
  - die photoleitende Schicht wird ganz oder teilweise be-

35

  - lichtet;

- ein entsprechend positiv oder negativ aufgeladenes Gemisch aus dem Katalysatormaterial und einem Polymermaterial wird elektrostatisch auf die belichteten Stellen der photoleitenden Schicht aufgebracht;
  - 5 - das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial wird elektrostatisch auf den entsprechend negativ oder positiv aufgeladenen bzw. polarisierten Elektrodenträger übertragen;
  - 10 - das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial wird durch eine Temperaturbehandlung auf dem Elektrodenträger fixiert.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die photo-
- 15 leitende Schicht mit einem Laserstrahl belichtet wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Elektrodenträger eine Elektrolytmembran oder ein Stromkollektor
- 20 dient.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Katalysatormaterial metallisches Platin oder Iridium oder eine
- 25 entsprechende Metallverbindung oder -legierung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Polymermaterial ein ionisches Polymer verwendet wird.
- 30
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch aus Katalysatormaterial und Polymermaterial durch elektromagnetische Strahlung oder durch Heißpressen auf dem Elektrodenträger fixiert wird.
- 35

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrodenträger beidseitig beschichtet wird.
- 5 10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Schichten übereinander aufgebracht werden.
- 10 11. Elektrodenträger mit aufgebrachtem Katalysatormaterial, erhältlich durch das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2 und 4 bis 10.
- 15 12. Elektrodenträger mit aufgebrachtem Katalysatormaterial, erhältlich durch das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 10.

1/2

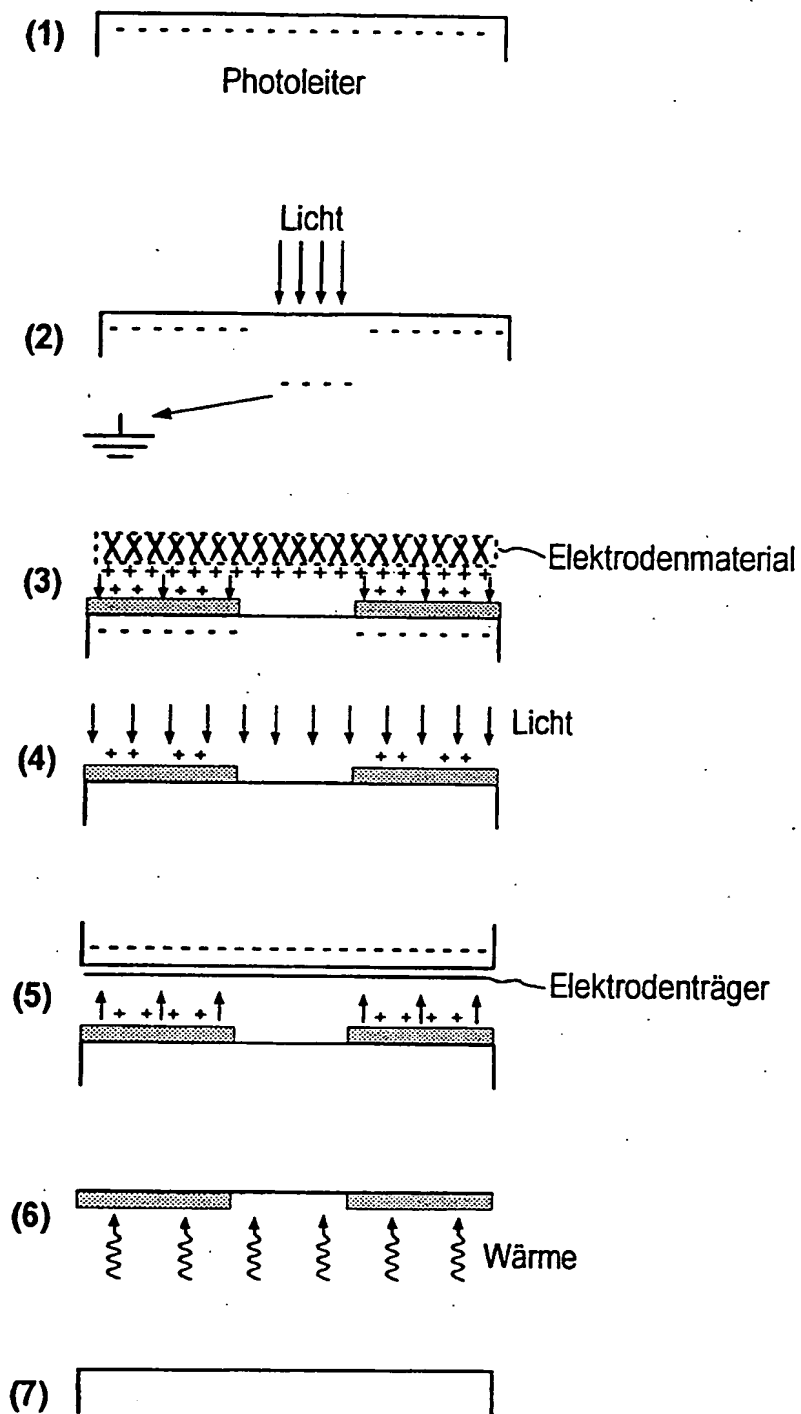


Fig 1

2/2

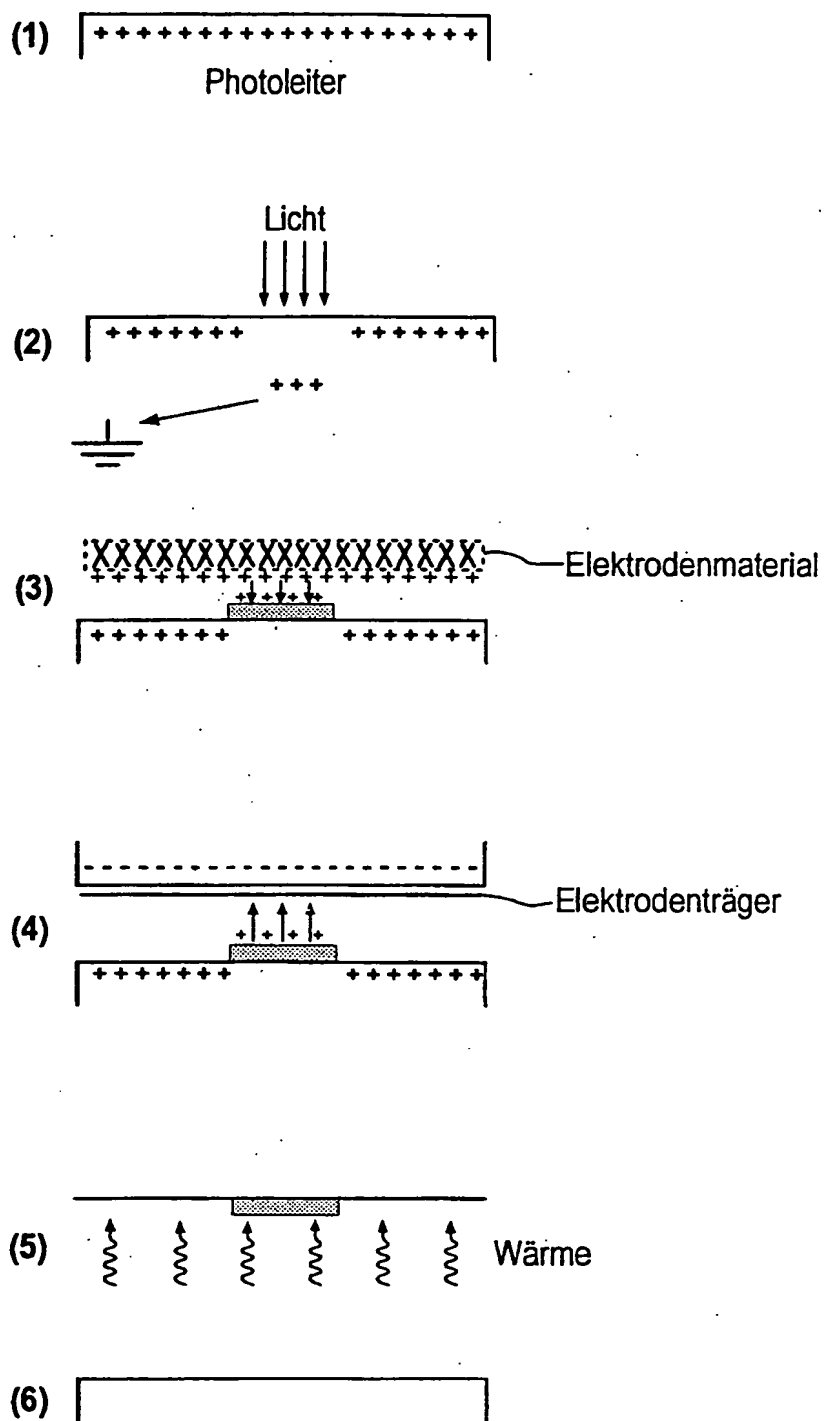


Fig 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 96/00791A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01M4/88

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 289 (E-442), 2 October 1986 & JP,A,61 109257 (FUJI ELECTRIC CO LTD), 27 May 1986, see abstract -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☐ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 1996

Date of mailing of the international search report

02.10.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 cpo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Andrews, M